

1,7

PAT-NO: JP362175524A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 62175524 A

TITLE: COMBUSTION UNIT FOR GAS TURBINE

PUBN-DATE: August 1, 1987

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

IIZUKA, NOBUYUKI

KUNO, KATSUKUNI

HIROSE, FUMIYUKI

KIRIKAMI, SEIICHI

KURODA, MICHIO

WADA, KATSUO

SATO, ISAO

ISHIBASHI, YOJI

UCHIYAMA, YOSHIHIRO

INOSE, HIROSHI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

HITACHI LTD

N/A

APPL-NO: JP61237950

APPL-DATE: October 8, 1986

INT-CL (IPC): F23R003/28, F23R003/04

US-CL-CURRENT: 60/733, 60/737, 126/12

ABSTRACT:

PURPOSE: To make stable combustion in a combustion unit for gas turbine of a gaseoud fuel two-stage combustion type by a method wherein second-stage combustion air is extracted through a flow rate adjusting means to the non-combustion side from between the second-stage combustion air intake port and the second-stage fuel nozzle.

CONSTITUTION: An extracting port 41 is formed between the air from the second air supplying port 20 and the second-stage fuel mixing part 33, a part of the second-stage air is controlled by a flow rate adjusting valve 100 and then extracted. This flow rate adjusting valve 100 is controlled by a controller 101 in accordance with load. With this arrangement, the air flow rate is extracted to the second-stage from the time of feeding of second-stage

combustion volume and thus a proper volume can be attained in respect to the second-stage fuel and so stable combustion can always be maintained.

COPYRIGHT: (C)1987,JPO&Japio

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭62-175524

⑤ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和62年(1987)8月1日

F 23 R 3/28  
3/047616-3G  
7616-3G

審査請求 未請求 発明の数 3 (全9頁)

⑭ 発明の名称 ガスタービン用燃焼器

⑯ 特 願 昭61-237950

⑰ 出 願 昭61(1986)10月8日

優先権主張 ⑱ 昭60(1985)10月11日 ⑲ 日本(JP) ⑳ 特願 昭60-224747

㉑ 発 明 者 飯 塚 信 之 日上市幸町3丁目1番1号 株式会社日立製作所日立工場内

㉒ 発 明 者 久 野 勝 邦 日上市幸町3丁目1番1号 株式会社日立製作所日立工場内

㉓ 発 明 者 広 瀬 文 之 日上市幸町3丁目1番1号 株式会社日立製作所日立工場内

㉔ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

㉕ 代 理 人 弁理士 小川 勝男 外2名

最終頁に続く

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

ガスタービン用燃焼器

## 2. 特許請求の範囲

1. 1段目燃料ノズルが設けられた1段目燃焼室及び燃焼ガスの流れに関し前記1段目燃焼室の後流に設けられ周壁に2段目燃料ノズルからの燃料を空気と予混合して供給する予混合燃料供給口を備えた2段目燃焼室とを形成する内筒と、前記両燃焼室で生成した燃焼ガスをガスタービンに導く尾筒と、前記内筒及び尾筒の外側をとり囲み前記内筒との間に空気通路を形成する外筒及びケーシングとを備えたガスタービン用燃焼器において、前記2段目燃料に混合される2段目燃焼用空気を取り入れる空気口と2段目燃料ノズルとの間から燃焼器外に2段目燃焼用空気の一部を抽気する抽気通路を設け、前記抽気通路に流量調整手段を設けたことを特徴とするガスタービン用燃焼器。

2. 前記2段目燃焼室は前記1段目燃焼室よりも

大径であり、両燃焼室の接続部に設けられた径の拡大部に前記予混合燃料供給口が設けられ、前記燃料供給口にはスワラーが設けられた特許請求の範囲第1項記載のガスタービン用燃焼器。

3. 前記1段目燃焼室には、その端面から軸線に沿って延びたコーンが設けられ前記1段目燃料ノズルは前記コーンと前記内筒周壁との間に形成された環状空間にコーンの軸線に平行に延びた多数のノズルから構成された特許請求の範囲第1項記載のガスタービン用燃焼器。

4. 前記流量調整手段を制御する制御器を設け、該制御器はタービン負荷信号を取り込み、2段目燃料が供給される最小負荷において抽気量が最大となり、それよりも負荷が増大するにつれて抽気量を減少するように前記流量調整手段の開度を制御する制御信号を発し、流量調整手段は前記制御信号を受けるようにしたことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のガスタービン用燃焼器。

5. ガスタービンの起動から全負荷運転までの全

運転範囲にわたり、燃料が供給される1段目燃料ノズル、1段目燃料ノズルが開口し、パイロツト炎が形成される1段目燃焼室、パイロツト炎の火炎の下流側に設けられ周壁に2段目燃料と2段目燃焼用空気の混合気を供給する供給手段が設けられた2段目燃焼室、前記2段目燃焼用空気の取入口の下流側において2段目燃焼空気の一部を抽気して燃焼器外に排気する抽気手段、前記抽気手段による抽気空気量を制御する手段とを備えたガスタービン用燃焼器。

6. 特許請求の範囲第5項において、前記2段目燃料はガスタービン負荷が予め定められた値以上になったときに供給されるようにしたガスタービン用燃焼器。

7. 特許請求の範囲第6項において、前記抽気空気量制御手段は、ガスタービン負荷信号を取り込み、前記予め定められた負荷値で抽気量が最大となり、前記値よりガスタービン負荷が増加するにつれて減少するように抽気手段を制御するガスタービン燃焼器。

きくつた2つの径の異なる円筒体より構成され、前記第2段目の混合気供給口は、直径がステップ状に変化する位置に開口しているガスタービン燃焼器。

10. 特許請求の範囲第8項において、前記2段目燃焼空気口には、開口面積を変えるカバーリングを設けたガスタービン燃焼器。

### 3. 発明の詳細な説明

#### 〔発明の利用分野〕

本発明はガスタービンに高温高圧の作動気体を供給する燃焼器に係りとくに天然ガス(LNG)などの気体燃料を使用する場合における2段燃焼方式のガスタービン用燃焼器に関する。

#### 〔従来の技術〕

燃焼器の頭部にパイロツト火炎を作るための一段目燃料ノズルを有し、燃焼ガスの流れの下流側に予混合気を供給する2段目燃料ノズルを備えガスタービンの負荷に応じて、一段目燃料ノズルのみ、一段目、二段目両燃料ノズルに燃料を供給し、ガスタービンの全負荷帯で低温燃焼を行うことが

8. 一端が塞がれ、他端が尾筒を介してガスタービンの第1段目静翼に連通した筒状の内筒、この内筒をとりかこみ、内筒との間に空気通路を形成した外筒、前記内筒の閉止された端部近傍に開口した第1段目燃料ノズル、前記内筒の前記第1段目ノズルよりも尾筒側の外周壁面に開口した第2段目燃料と第2段目燃焼空気の混合気を供給する供給口、前記供給口に連通し途中に2段目燃料ノズルが開口し、前記空気通路から2段目燃焼空気を取り入れる空気口を有する2段目空気通路、前記2段目空気通路の2段目燃料ノズルの開口位置よりも上流側に開口し、燃焼器外へ空気を抽気する抽気通路、抽気通路に設けた流量調整弁、前記2段目燃料ノズルから燃料を供給する最小のガスタービン負荷時に前記抽気通路を流れる抽気空気量が最大となるように流量調整弁を制御するガスタービン燃焼器。

9. 特許請求の範囲第8項において、前記内筒は、閉止端側の直径が小さく、尾筒寄り直径が大

例えば英国特許第2146425号に開示されている。

この予混合段階燃焼は、低温燃焼が行えるため、燃焼ガス中の窒素酸化物( $\text{NO}_x$ )の生成が少なくなるという利点がある反面、ガスタービン負荷が低負荷から高負荷へ移る過程において、2段目燃料ノズルから燃料を供給し始めたとき、2段目燃料が完全燃焼しにくく、CO、HCなどの未燃焼成分が排出されるという問題があった。

また、発電機を駆動するガスタービンにあつては、発電機が同期速度に達すると負荷にかかわらず一定速度で運転されるが、供給される燃料の量は負荷にほぼ比例して増加するため、負荷によって燃料と空気との混合比が変化するという問題がある。つまり、ガスタービンの燃焼器に供給される空気はガスタービンロータに直結された圧縮機により圧送されるためロータの回転速度が一定のときには、ほぼ一定量の空気を燃焼器に与えることになるからである。

2段燃焼を行う燃焼器においてはとくに2段目の燃料を供給し、負荷上昇に応じて空気流量と燃

料流量をある一定比率にし、常に安定な燃焼を行うように燃料と空気の調整制御を行うことが必要である。燃料ノズル1つ有する、いわゆる単段の燃焼器においてタービン負荷に応じて燃料供給量に変化しても燃料濃度を一定に保つことが特公昭55-45739号公報に示されている。この公知技術では、低負荷運転から定格運転までの広い作動範囲において低負荷時に燃焼域の燃料濃度を高める手段として燃焼用全空気の1部を抽気し、排ガス中および大気中に放出することや、逆に高負荷時には抽気空気を減少するか閉にして各負荷における燃焼用空気の制御を行うものである。

〔発明が解決しようとする問題点〕

しかしながらこの公知技術に示さる<sup>W</sup>空気抽気による流量調整は燃焼器全体に流入する空気流量の調節であり、抽気により全体の空気流量配分のバランスがくずれることや、この手段を2段燃焼器に適用した場合、全体の空気流量調整を行うため、空気抽気により2段目の燃焼性が改善されても一段目の空気も少なくなり1段目が燃焼濃度過濃と

なるため排ガス中の窒素酸化物( $\text{NO}_x$ )の濃度が増したり、燃焼室の壁面を冷却する空気が減り、燃焼器の寿命に問題がある。

また、全体の空気抽気により2段目の空気流量調節が行われるために2段目の空気流量を所望の値にするためには全体から多量の空気流を抽気しなければならず圧縮機で加圧した空気を系外にするためガスタービン全体として大巾な効率低下をまねく欠点を有する。

このように従来技術を単に、2段燃焼方式の燃焼器に適用しても所望の性能を発揮することはむづかしく、前述の欠点があった。

本発明の目的は大巾な低 $\text{NO}_x$ 化のために低温燃焼が可能であり、かつ2段目燃料と空気との混合比が所望の値に維持でき常に安定な燃焼を維持する2段燃焼方式の燃焼器を提供することにある。

更に、他の目的は、1段目、2段目とも低温度希釈燃焼による $\text{NO}_x$ の発生を抑え大巾な $\text{NO}_x$ 低減化を図ることが出来ると共に低負荷から高負荷まで安定な燃焼が維持出来る2段燃焼方式のガ

スタービン燃焼器を提供することにある。

〔問題点を解決するための手段〕

本発明は $\text{NO}_x$ の発生を抑えるため空気と燃料を燃焼前に予混合した混合気を燃焼器内へ供給する2段目燃焼に対し、タービン負荷に応じた燃料流量の変化と共に一定比になるように予混合空気流量を調整することにある。すなわち、2段目へ導入する空気流量の制御は2段目への空気流入通路のみから効率良く抽気することによって行うもので、2段目への燃料供給時すなわち、燃料流量の少ない場合には多くの抽気を行い、負荷の上昇に伴い燃料流量が多くなると抽気量を少なくし、常に燃料と予混合空気との混合比が一定になるように抽気量を制御するものである。

〔作用〕

本発明の構成によれば2段目燃料へ混合される燃焼用空気を2段目燃料の供給時に抽気するので1段目空気及び壁面空気量に大きな変動を与えることなく2段目燃料に対して適正な量の空気を供給できるので2段目燃料の空気との混合比を所望

の値に保つことができる。

〔発明の実施例〕

本発明の一実施例を第1図に示す。第1図は大巾な低 $\text{NO}_x$ 化を図ることが出来る代表的な2段燃焼器に本発明を適用したものを示している。ガスタービンは圧縮機1、タービン2、燃焼器3および、図示していないが発電機の主構成部より成立っている。燃焼器3は燃焼室を形成する内筒4、内筒4をとりかこむ外筒5車室13をとりかこむケーシング7およびタービン静翼6に燃焼ガス7を導く尾筒8で構成される。外筒5の側閉端には第1段目の燃料ノズルボディ9を装着するカバー10が取付られる。圧縮機1で圧縮された空気11はディフューザ12を通り車室13に導かれ、さらに内筒4に開口する希釈空気口14や壁面冷却空気口および燃焼用空気口より燃焼空気流15a, bとなつて内筒4内へ導入される。内筒4は内筒コーン16を内装する1段目燃焼室17とこれよりも径の大きい2段目燃焼室18で形成され1段目燃焼室17と2段目燃焼室18との接続部19

には2段目の空気供給口20が設けられ、ここに2段目の燃料ノズル21から燃料22が噴出され、2段目空気23と共に2段目燃焼室18へ供給されて予混合燃焼火炎24を形成する。又、2段目の空気供給口20からの空気と2段目の燃料混合部33との間に2段目空気の1部を抽気する開口41(第4図)を設けかつ、空気を配管39によつてその抽気先を排気ダクト42、あるいは2段以後のタービン翼前43、あるいは圧縮機の途中段44へ接続することによつて2段目へ流入する空気流量の抽気調整するものである。抽気配管39には流量調整弁100が設けられ、弁100は制御器101により制御される。尚、1段目の燃料ノズル25から噴出される1段目燃料26への着火は図示していないが圧電印加式の点火栓により1次燃焼火炎27を形成するが、2段目の予混合気への着火は1段目燃焼火炎27からの火移りにより行われるようになってゐる。第2図にガスタービン負荷を横軸にとり、縦軸にそれぞれ2段目燃料濃度、空気流量、燃料流量をとつて示し

ている。

2段燃焼方式の燃焼器においては着火から約25%負荷までは1段目燃料Gのみで運転を行い、25%負荷になつたら1段目の燃料を減少(G'で示す)すると同時に2段目燃料H'の投入を行う。その後は1, 2段目の燃料G, Hを徐界に増加して負荷の上昇を図る。これに対して空気流量は、発電機が同期速度に達する点つまりガスタービン負荷が無負荷まではタービン回転数の上昇と共に増加するが、無負荷以上では一定となり、1, 2段目の空気流量C, Dともに一定である。第2図最上図(a)に2段目の燃料と空気の重量比を示し又、燃焼状態は良くなるが、NO<sub>x</sub>の生成が多くなる上限の燃焼範囲AとNO<sub>x</sub>の生成は少ないが、燃焼状態が悪くなり未燃焼成分が多くなりすぎる下限の燃焼範囲A'を示す。2段目の燃焼は下限と上限とで囲まれた範囲内Xになければならない。若し2段目に燃料投入後に2段目の空気流量を調整しない場合、つまり、第2図(b)のE線で示すように2段目の空気流量をガスタービ

ン負荷零から100%まで一定にしておいた場合2段目の燃料と空気比は第2図(a)の破線B'のようになり、2段目燃料投入直後B<sub>1</sub>'からB<sub>2</sub>'までの負荷帯間は範囲Xより外れるため燃焼が持続出来ず投入した2次燃料は未燃焼成分である炭化水素HCとなつて排出される。したがつて2段目空気の流量調整がなされなければならない。本発明は、2段目燃料投入後から2段目への空気流量を抽気し第2図(b)のF線のように空気流量を制御するものである。すなわち、第1図の制御器101にガスタービンの負荷信号をとり込みこの負荷に応じて第3図実線に示す如く抽気量を制御する。抽気量は弁100の開度を変えて行う。そうすれば、第2図(a)のように2段目の燃料と空気比は実線BのようになりNO<sub>x</sub>の生成も少なく、かつ燃焼状態もよい範囲Xに入り安定な燃焼を維持するようになる。

2段目の空気流を調整制御する手段の詳細を第3図にて説明を加える。

頭部燃焼室17と後部燃焼室18の接続部19

に2段目燃料、空気供給手段が設けられる。燃料は複数個の2段目燃料導入部28からリザーバ29に導かれ複数個の2段目燃料ノズル20の先端に開孔する複数個の噴出口31より2段目の空気流32中に混入し混合部を形成するスワラー33を通過する時に予混合気となり後部燃焼室18内へ導入され、予混合火炎となる。

内筒4と外筒5間を流れて来た空気34流は1段目の燃焼用空気流35と2段目燃焼用空気流36とに分岐する。2段目の空気流36は燃焼用空気口20を通過した後後部燃焼室18への空気32と抽気する空気流37に分岐する。抽気空気流37は抽気口41から通路38を通り配管39により、図示していないが抽気弁100を経て排ガス中かあるいは大気中に流量調整を行いながら放出される。もしくは2段目以後のタービン静翼前かあるいは圧縮機の途中段44(第1図)に接続することも可能である。一方抽気口41は燃焼用空気口20から燃料ノズル21までの通路間に設けることが好ましくスワラー33に近ずけると

混合気も同時に抽気する場合もあり、燃料まで系外に排出することになり好ましくない。又、空気口20の上流側では1段目へ導入する燃焼用空気35の1部も抽気することになり好ましくない。第5図は他の変形例を示し抽気口を第4図の実施例に対し2段目燃焼用空気口20に対し反対側すなわち、後部燃焼室18側に開口したものであるが2段目の空気流量調節に対する機能は変らない。このように2段目空気流通路上から2段目空気流量を調整すると、従来技術と異なり全体の空気配分バランスに及ぼす影響を少なく抑えることが出来る。

従来技術と本発明の抽気量の比較を第3図に示す。25%負荷から2段目燃料を投入した場合を示し実線は本発明を示し点線に公知技術の場合を示す。第2図(c)に示すような燃料供給を行う場合、2段目の燃料を投入し、2段目の空気と混合して2段目燃料の着火させて完全に燃焼させるためには2段目燃料を投入する時に2段目の空気流量を定格負荷時の約1/2に低減することが必

要となる。定格負荷時の2段目の燃焼用空気流量は、全空気量の約30%となっているので、2段目燃料投入時には、これを15%に低減する必要がある、本発明では抽気量を全空気量の15%程度を行うことが必要となる。同じような効果を公知技術によつて達成しようとするれば公知技術では全体の空気から2段目のみの空気量を減少するためには全体の空気量を1/2に低減しなければならず、空気量が減少した分を燃料流量増加でガスタービン負荷をカバーすることを考慮しても約45%程度の抽気を行うことが必要である。このように2段目の空気流量を1/2に低減するためには、抽気量は約3倍必要となる。さらに全体空気量を45%低減することにより1段目の燃焼状態は燃料濃度大の方へ移向するため1段目の $\text{NO}_x$ 発生が多くなり又、燃焼器内面を冷却している冷却用空気流量も減少するため燃焼器空気配分バランスが大巾に変ってしまうことになる。かつまた抽気量が多くなるためタービン効率低下をまねくことになる。抽気量が多くなることにより燃料流

量が増加しタービン効率が低下するが全空気流量の1%を抽気すると全体効率は約0.3%低下する。したがつて公知技術では約1.3%程度の低下となり又本発明では約5%程度であり、従来技術に比べ約1/3にタービン効率低下を抑えることが出来る。さらに良好な方法として、第6図に2段目燃焼用空気口20を段階的に開口面積を変えることが可能なカバーリング47を取付ることにより抽気空気量48を更に少なくする実施例を示している。第7図は、抽気空気量48が多い運転域で空気口20の面積を縮少し抽気量が少ない場合にカバーリング47を摺動させ空気口20の開口面積を大きくするように作用させた場合の結果を示す。そして面積を段階可変にした場合を実線で表し、抽気のみの場合を点線で示す。開口面積は25%負荷以上で負荷上昇と共にカバーリング47を連続的あるいは断続的に開くように操作すれば抽気量、燃料流量、熱効率は第7図中実線で示すように、抽気量、燃料流量は減少し、熱効率は上昇するようにさらに効率向上に結びつくこと

になる。すなわち開口面積を50%閉にすれば抽気量は約1/2に減少するものであり、熱効率低下も半減することから抽気方式と面積可変の方式とを併用すればさらに大きな効果が得られることになる。この場合、カバーリング47による空気口20の開口面積の制御はラフで良いから、信頼性に重点を置いた設計が可能となる。

又このように、制御調整を行い従来技術に比べ抽気量を約1/3で同程度の性能を得ることが出来るもので2段目の空気流量のみを制御することは抽気によるタービン効率低下も最少限に抑えることが出来る。

第8図と第9図に2段目空気流量を抽気による調整を行った場合と行わない場合を示し、縦軸及び横軸は同一スケールで示している。第8図は流量調節を行わない場合を示す。試験は70MWクラスガスタービンプラントの実負荷条件において行い、その結果をまとめたものである。2段目の燃流投入後に未燃焼成分である一酸化炭素 $\text{CO}$ 、炭化水素 $\text{HC}$ の排出が多くなっている。これは第

2図で説明した様に空気流量が調整されていないためその量が多く燃料濃度が薄いため下限範囲A'から外れるための未燃焼成分の排出が多くなっているものであり、したがって2段目燃料投入時に2段目の空気流量を調整することが未燃焼成分を減らすためには必要であることが判る。第9図に2段目燃焼用空気口を通った空気から抽気し流量調節を行った場合の本発明による試験結果を示す。2段目の燃料投入時には2段目の空気流を抽気によって排出しているため予混合気を作るための空気流量が少なくなり少量の燃料に対し若干空気過剰の状態を維持することが出来るため第8図に見られた未燃成分の排出はほとんどない。このように2段目燃焼用空気流量を2段目燃料投入時に抽気して、その後、燃料の増加に伴い抽気量を少なくするように流量制御を行うことは2段目燃料投入から定格負荷時までの広範囲にわたり低NO<sub>x</sub>化および未燃焼成分の発生を抑えた高効率化燃焼を行うことが出来る。

第10図に特公昭45-45739号公報に示された

第12図は、他の実施例を示すもので、抽気口を2つに分けて、2段目燃焼用空気口20の左右に設けたものである。抽気口41aから抽気を行った場合には、混合気は破線32aで示す如く、後部燃焼室18の外周壁寄りに偏つて流れ、抽気口41bから抽気すると破線32bにて示す如く、内側寄りに流れる。したがって、一次火炎27によつて、二次燃料を着火する際には、抽気口41bから抽気して、燃焼室18の中心寄りに混合気を供給すれば、着火性能が改善される。2次燃料に着火後は、抽気口41aから抽気すれば、混合気は内筒4の内壁に沿つて流れるため、火炎は内筒4の壁面で冷却され、より低温燃焼が行える。第12図の実施例では、抽気空気量調整弁がそれぞれ抽気配管39a、39bに必要となるが、前述の如く2次燃料への着火性向上低温燃焼のため低NO<sub>x</sub>化の効果が得られる。

#### 〔発明の効果〕

本発明によれば空気を調節制御したい2段目の空気のみが抽気により調整出来るので従来技術に

従来技術による抽気量とNO<sub>x</sub>、COの関係を示す。ガスタービン負荷約25%時の試験結果をまとめたもので、抽気量（これは全体の燃焼用空気を抽気する）がある程度以上にならないと未燃焼成分であるCO濃度が低減せず効果も小さい。これは2段目燃焼用空気を減少するために全体の空気量を抽気することに起因するもので全体空気流量の約25%流入する2段目空気流量を約1/2にするためには全体の空気流量も1/2にすることが必要になる如く多量の空気を抽気しなければ2段目燃焼の性能を向上させることは出来ない。

又、抽気により全体の空気量が減少し、とくに1段目への空気流も減少するため1段目が燃料過濃の高温燃焼に移向するため1段目のNO<sub>x</sub>が発生が多くなる欠点を有する。

第11図は、第10図と同一スケールで示したNO<sub>x</sub>、CO特性図であり2段目の空気通路から抽気する本発明の実施例であり、少ない抽気量により2段目の燃焼性能を向上するとともに、NO<sub>x</sub>の排出濃度を少なくすることができる。

見られるように全体から空気を抽気する場合に比べ約1/3の抽気量で2段目燃焼性能の向上を図ることが出来ると共に1段目および全体の空気流量成分へのバランスがくずれることがないため1段目燃焼特性の変化がなく良好な燃焼性を維持することが出来る。このように、着火から定格負荷までの応範囲にわたり燃焼性を低下させることなく、NO<sub>x</sub>の大巾低減を図ることが出来るものである。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明を実施した2段燃焼方式のガスタービン用燃焼器の断面図、第2図(a)、(b)、(c)はそれぞれガスタービン負荷と2段目燃料濃度、空気流量及び燃料流量との関係を示す特性図、第3図はガスタービン負荷と抽気量の関係を示す特性図、第4図は第1図の抽気口部分の詳細断面図、第5図は他の実施例における抽気口部分の詳細断面図、第6図は他の実施例における抽気口部分の詳細断面図、第7図は第6図の実施例における制御特性図、第8図は従来技術によるNO<sub>x</sub>、

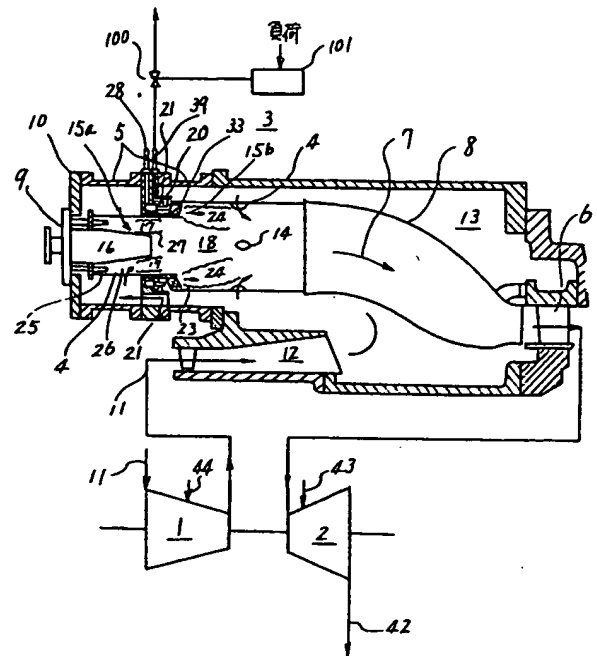


CO, 未燃焼炭化水素UHC特性図、第9図は本発明によるNO<sub>x</sub>, CO, UHC特性図、第10図は従来技術による抽気流量とNO<sub>x</sub>, CO特性図、第11図は本発明による抽気流量とNO<sub>x</sub>, CO特性図、第12図は他の実施例における抽気口部分の詳細断面図である。

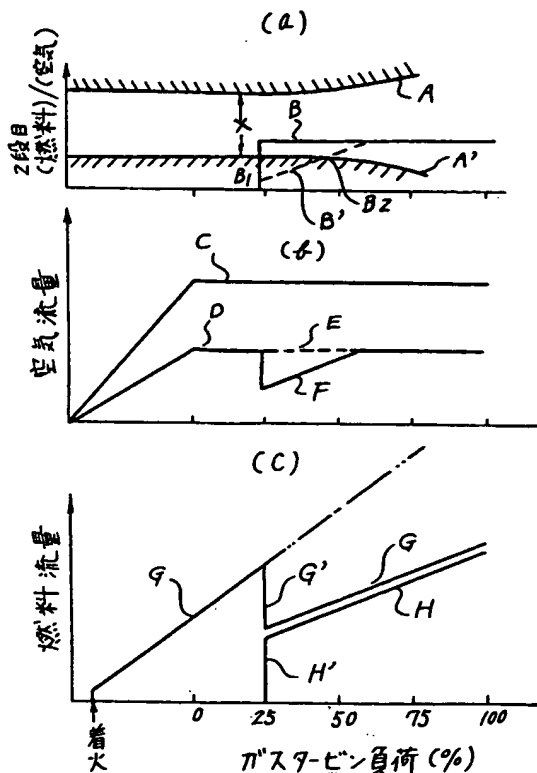
1…圧縮機、2…タービン、3…燃焼器、4…内筒、5…外筒、17…1段目燃焼室、18…2段目燃焼室、20…空気供給口、22…2段目燃料ノズル、41…抽気開口、100…流量調整弁、101…制御器。

代理人 弁理士 小川勝男

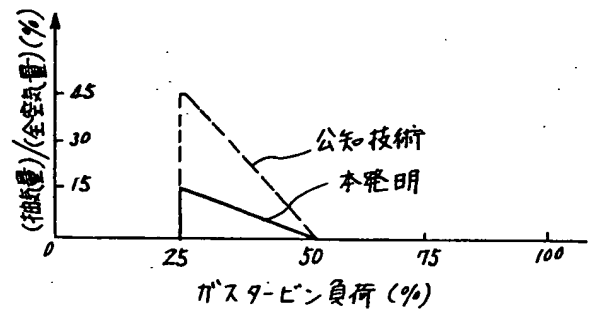
第1図



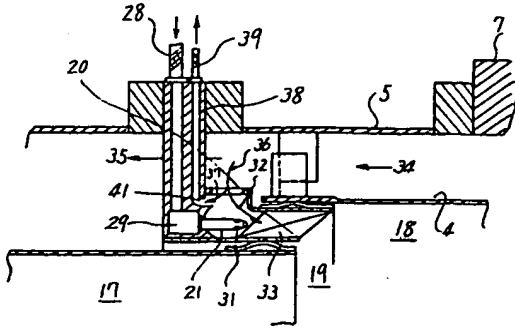
第2図



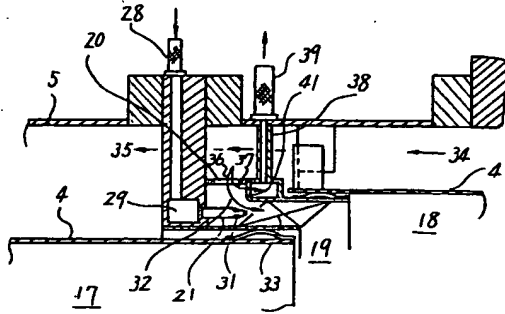
第3図



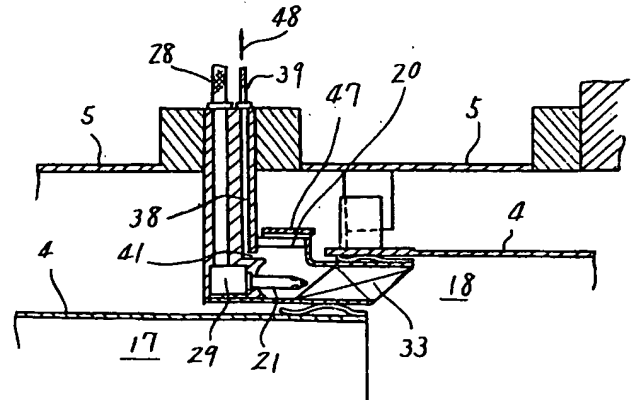
第4図



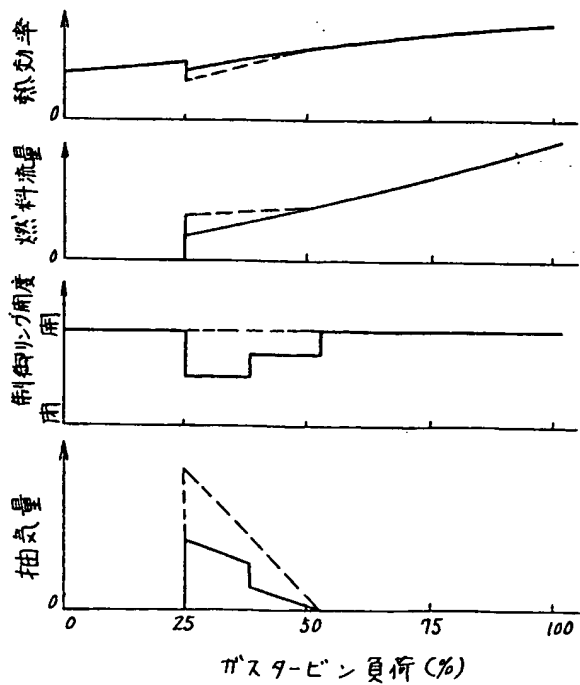
第5図



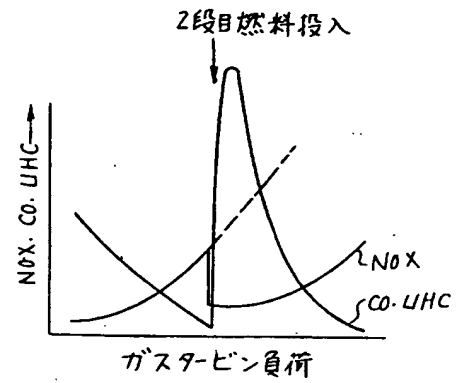
第6図



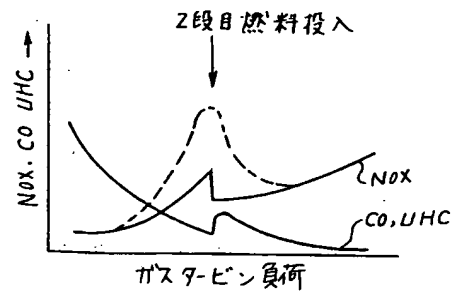
第7図



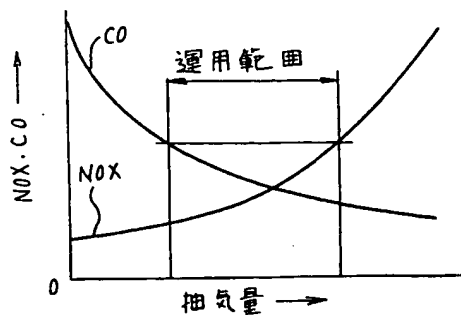
第8図



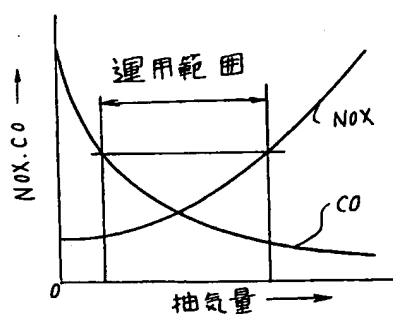
第9図



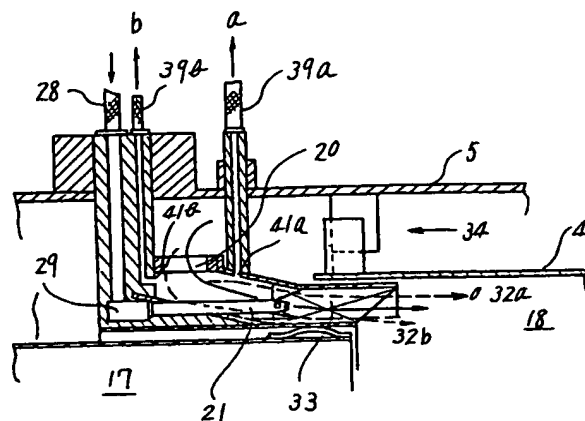
第10図



第11図



第12図



第1頁の続き

⑦発明者 桐上 清一

日上市幸町3丁目1番1号 株式会社日立製作所日立工場内

⑦発明者 黒田 倫夫

日上市幸町3丁目1番1号 株式会社日立製作所日立工場内

⑦発明者 和田 克夫

日上市幸町3丁目1番1号 株式会社日立製作所日立工場内

⑦発明者 佐藤 勲

土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

⑦発明者 石橋 洋二

土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

⑦発明者 内山 好弘

土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

⑦発明者 猪瀬 博

日上市幸町3丁目1番1号 株式会社日立製作所日立工場内